

ANÁLISIS DE TORRES DE CONTROL EN AEROPUERTOS CONTROLADOS DEL SISTEMA NACIONAL AEROPORTUARIO

Santiago Pezzotti; Sergio Pitrelli, Pablo Di Gregorio, Alejandro Di Bernardi

Grupo Transporte Aéreo – UIDET GTA-GIAI, Departamento de Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata. Calle 116 e/ 47 y 48, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: santiago.pezzotti@ing.unlp.edu.ar

Palabras clave: Torre de Control, Navegación Aérea, Aeropuertos, Sistema Nacional Aeroportuario

La creciente demanda de operaciones aéreas requiere de infraestructura acorde a los estándares internacionales a fin de satisfacer los pilares fundamentales en los que se basa la aviación: seguridad, regularidad y eficiencia.

En ese contexto, uno de los edificios y servicios esenciales en aeropuertos complejos resulta la Torre de Control y el Control de Tránsito Aéreo; por cuanto en ellas no solo se gestiona, controla y supervisa el tráfico en el espacio aéreo asociado, sino también las operaciones en tierra (pistas, rodajes y plataformas).

A tal efecto, sus características físicas y constructivas, disponibilidad de equipos y emplazamiento resultan los principales aspectos a considerar a la hora de evaluar los estándares de detección, reconocimiento e identificación definidos en la normativa de aplicación.

No obstante lo anterior, la realidad observada por el Grupo de Transporte Aéreo (GTA) en ocasión de los diversos relevamientos de campos realizados en 30 de los principales aeropuertos del Sistema Nacional de Aeropuertos (SNA), revelan diversidad de criterios a la hora de construir la infraestructura necesaria y operar estos servicios, presentando condiciones adicionales a considerar para la adecuada prestación.

Por todo ello, en el presente documento se presentan requerimientos y posibles mejoras a realizar en algunas Torres de Control del Sistema Nacional de Aeropuerto mediante un análisis de las distintas variables puestas en juego; de modo que se permitan valorar los aspectos señalados mediante la determinación de indicadores, contruidos en base a los siguientes criterios:

- La situación relevada durante los trabajos de campo.
- La aplicación de software específico que permite valorar las condiciones de visibilidad en función de los datos recabados en el punto previo (Air Traffic Control VisibilityAnalysisTool).
- La aplicación de nociones y conceptos de planificación en función de las características y particularidades operativas de cada aeropuerto.

INTRODUCCIÓN

Los planes maestros aeroportuarios plantean y describen, entre otros, el desarrollo operacional, físico geométrico, ambiental, y económico financiero de un aeropuerto a través del planteo de diferentes etapas de crecimiento según pautas establecidas. Para ello resulta necesario definir un punto de partida que permita plantear diferentes escenarios operacionales de desarrollo en los que plasme la evolución del aeropuerto a corto, mediano y largo plazo, según diferentes modelos de: demanda real (necesidad - hito operacional), seguridad operacional, y / o modelo de negocio, en un todo de acuerdo con el rol asignado a dicho campo de vuelo.

En este contexto una de las actividades principales está relacionada con el relevamiento de campo ya que busca determinar el estado de situación del aeropuerto. Dentro de estas actividades está la determinación de la ubicación en el predio aeroportuario y la determinación de las características geométricas operativas de la Torre de Control (TWR) ya que en ellas no solo se gestiona, controla y supervisa el tráfico en el espacio aéreo asociado, sino también las operaciones en tierra (pistas, rodajes y plataformas). Para poder cumplir con seguridad, regularidad y eficiencia las funciones que le son propias, resulta entonces necesario, definir más allá del equipamiento tecnológico, el emplazamiento de la TWR respecto de las zonas operativas del aeropuerto, su altura relativa y las capacidades de observancia desde el fanal de la misma.

En este contexto, en el relevamiento de campo se analizan todas las características de las TWR, los entornos del área de movimientos de cada aeropuerto, las visiones reales que desde la misma se disponen, y las problemáticas evidenciadas por los controladores. Luego se analizan en gabinete las capacidades teóricas de la TWR mediante la aplicación de un software específico para luego plantear posibles sobre dichas instalaciones.

DESARROLLO

Para el desarrollo del presente análisis se tuvo en cuenta la información recogida en los trabajos de campo relacionados con el desarrollo de 30 Planes Maestros del Sistema Nacional Aeroportuario (SNA), 26 de los cuales, pertenecen al grupo A, concesionados a AA2000 y los 4 restantes al grupo B, otros concesionarios y no concesionados.

Con la información disponible se analizan las problemáticas encontradas en los relevamientos de campo, para luego realizar un estudio teórico mediante la aplicación de un software específico para finalmente realizar un análisis integrado y concluir acerca de las problemáticas y posibles mejoras.

Relevamientos

Los trabajos de campo permiten observar la condición operativa real de cada una de las Torres de Control. Si bien, teóricamente se ubican de manera estratégica de modo de poder cubrir visualmente todos los sectores del área de movimientos, diversas circunstancias pueden hacer que la operatividad se vea afectada, tanto por motivos antrópicos como naturales.

Como primera medida se ordenan, según la clasificación indicada en la siguiente figura, las problemáticas analizadas en las 30 TWR:

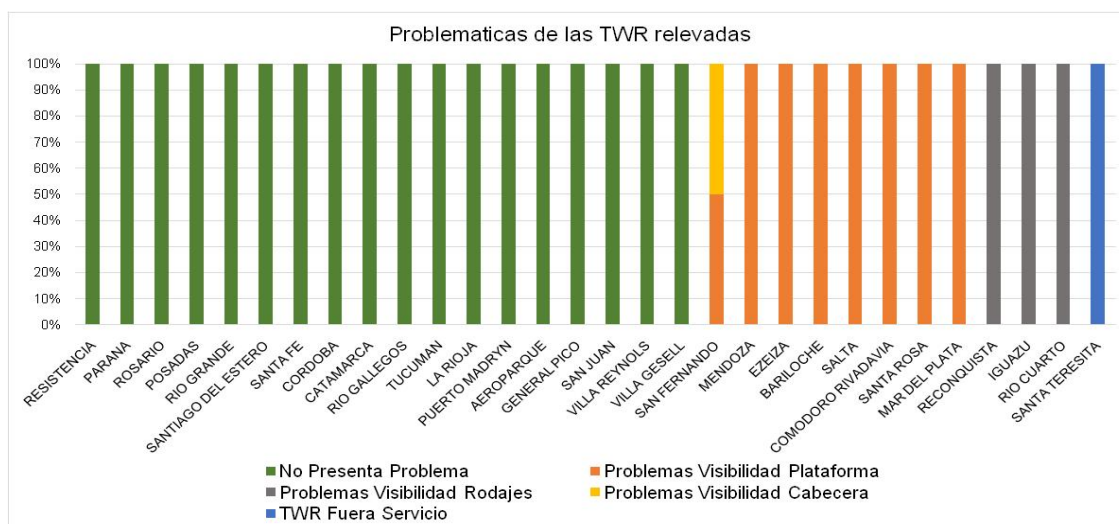


Figura 1– Problemática de cada Torre de Control.

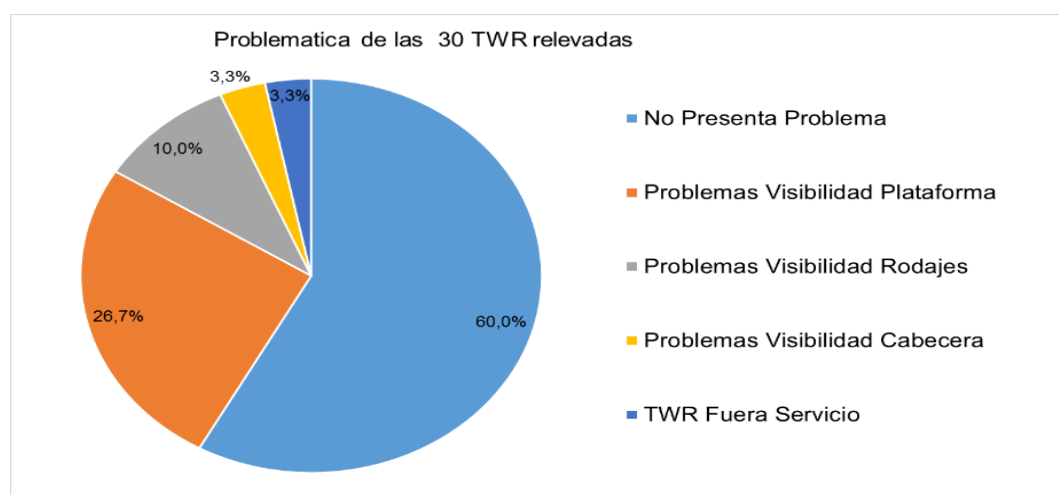


Figura 2– Análisis de problemáticas de las Torres de Control analizadas.

Una vez ordenadas las problemáticas, se clasifican y analizan las diversas causas de pérdida de visibilidad desde la torre:

Causas naturales	Causas antrópicas
Crecimiento de la vegetación en el predio aeroportuario	Obras de infraestructura en el entorno a la torre.
	Por obras de infraestructura dentro del predio aeroportuario
	Iluminación nocturna

Tabla 1 –Clasificación de causas

Los predios aeroportuarios suelen tener grandes extensiones (entre 100 y 3.500 ha) y si bien, en la mayoría de los casos, el área operativa es menor lo cierto es que el control de la vegetación en su interior resulta siempre complejo por cuanto no solo depende del clima imperante en el emplazamiento sino también de aspectos ambientales o legales que pueden imposibilitar la eliminación de la vegetación arbórea dando así lugar a posibles interferencias (conos de sombra) del área operativa.

En este contexto y con el fin de evidenciar una de estas problemáticas se presenta a continuación la situación que se da en el aeropuerto de Reconquista, donde la pista 28 presenta umbral desplazado en virtud de la presencia de un monte de árboles que imposibilitan la visión de dicho sector operativo.



Figura 3– Zona de sombra de cabecera 28, aeropuerto de Reconquista.

Otra problemática que puede surgir es la relacionada con las necesidades de ampliación de infraestructura en el entorno de la TWR. El caso más común está relacionado con los requerimientos de ampliación de la Terminal de Pasajeros según exigencias específicas de demanda aeronáutica.

En algunos casos estas ampliaciones pueden generar interferencias visuales con la TWR. Un ejemplo de esta situación se evidencia en el aeropuerto de Mar del Plata, donde el techo de la terminal obstruye de manera parcial la visión de los movimientos en plataforma.



Figura 4– Zona de sombra en puesto de estacionamiento y fotografía de la Torre y la Terminal del aeropuerto de Mar del Plata.

Otro aspecto a contemplar resulta de la existencia de obras civiles en otros sectores del predio y que, por su ubicación y características, obstruyen parte de la visión desde la Torre a determinados sectores operativos del área de movimientos. Dentro de éstas pueden encontrarse hangares, antenas, edificios, e instalaciones del aeropuerto entre otras construcciones de relevancia operacional.

A modo de ejemplo se puede citar las situaciones que se dan tanto en el aeropuerto de San Fernando como el de Ezeiza donde la construcción de hangares ha generado interferencias visuales por cuanto algunos sectores de plataformas y calles de rodaje no pueden ser contemplados en su totalidad.



Figura 5– Zona de sombra en plataformas y calles de rodaje Aeropuerto Internacional de San Fernando.



Figura 6– Zona de sombra en la plataforma de carga del aeropuerto Internacional de Ezeiza.

Otra problemática que se presenta está relacionada con las propias características geométricas de algunos predios aeroportuarios donde la dimensión longitudinal predomina sobre las restantes y donde el entorno condiciona los posibles desarrollos del propio aeropuerto. Esta situación conlleva, además de cuestiones de competitividad territorial, la baja disponibilidad de áreas para los desarrollos espaciales que le son propios. Un ejemplo de esta situación se da en el Aeroparque Jorge Newbery donde la Torre se ubica entre la plataforma aerocomercial, la avenida costanera y los estacionamientos vehiculares que poseen iluminación propia de alta intensidad inadecuado direccionamiento pudiendo en algunos casos interferir con la visibilidad de ciertos aspectos operativos.



Figura 7– Torre de Control entre Plataforma Comercial, estacionamiento vehicular y Avenida Costanera. Aeroparque Jorge Newbery.

Análisis teórico

El análisis teórico se realiza mediante la utilización del software "Air Traffic Control VisibilityAnalysisTool" de la FAA (Federal Aviation Administration) [1]. El cual permite trabajar con distintas variables asociadas a condiciones de visibilidad, condiciones climáticas, elevación de la Torre y del terreno; así como también sobre la aeronave crítica considerada.

En relación a ello, este trabajo contempla:

- Nivel de luminosidad: día claro
- Rango de visibilidad: 10 millas
- Turbulencia en tierra: medio
- Aeronave crítica: Learjet 60

En ese contexto, se introducen al programa las características particulares de cada aeropuerto según los siguientes datos:

- Elevación de la Torre de Control.
- Elevación de cada Cabecera.
- Distancia de cada cabecera a Torre.
- Distancia de Plataformas a Torre.

De esta manera se puede determinar la capacidad de observación de la misma a partir de los siguientes criterios:

Capacidad de Observación	Descripción	Probabilidad vista frontal Criterio mínimo
Detección	<i>Habilidad para notar la presencia de un objeto en la superficie del aeropuerto independiente de la clase, tipo o modelo (por ej. Un objeto como una aeronave o un vehículo). El observador conoce que algo está presente pero no lo reconoce o identifica el objeto</i>	95,50%
Reconocimiento	<i>Habilidad para discriminar una clase de objeto (por ej. una clase de aeronave como un monomotor de aviación general).</i>	11,50%
Identificación	<i>Habilidad para especificar el objeto (por ejemplo Cessna 172)</i>	0,91%
Angulo de Incidencia de Línea de Visión (LOS)	<i>La distancia desde la localización de la Torre de Control hasta los puntos críticos de los aeropuertos y la altura de la cabina de la Torre de Control debería satisfacer los requerimientos de visión a objetos en el área de movimiento de las aeronaves y otras zonas asociadas.</i>	0,8 grados

Tabla 2– Criterio de capacidad de observación del software Air Traffic Control VisibilityAnalysisTool.

Contemplando entonces las Torres de Control en función de su altura surge la siguiente figura.

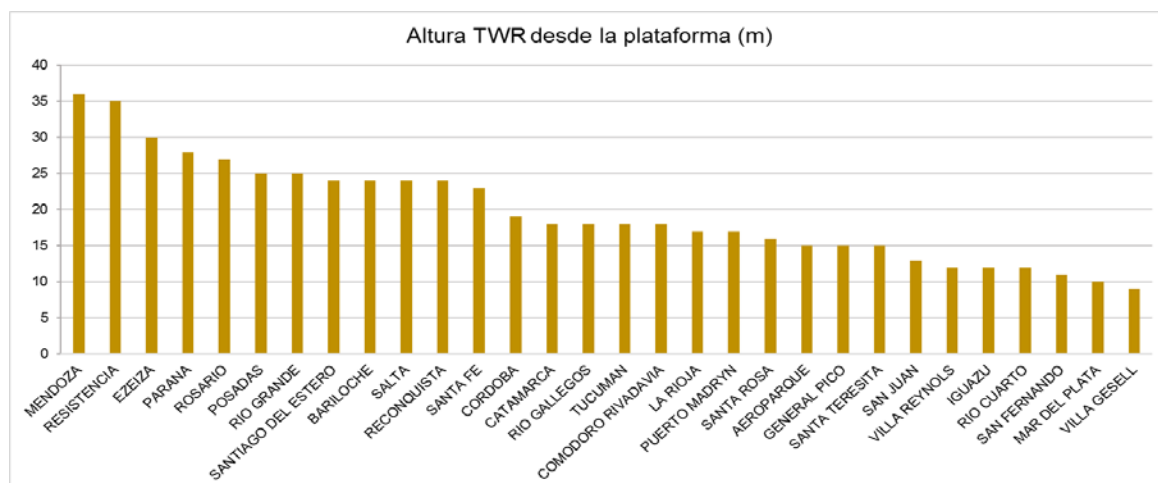


Figura 8 – Alturas en metros de las Torres de Control de los aeropuertos relevados.

De acuerdo a lo expuesto surge, del estudio teórico, que todas las Torres de Control estudiadas no poseen problemas de detección, reconocimiento ni identificación. Solo algunas problemáticas relacionadas con el ángulo de incidencia en la línea de visión. Cabe destacar que los aeropuertos de Ezeiza, Río Cuarto, Salta y Reconquista poseen dos sistemas de pistas operativas, y el análisis se realiza, por lo tanto, para cada cabecera. De esta manera, los resultados cuantificados se presentan en los siguientes gráficos.

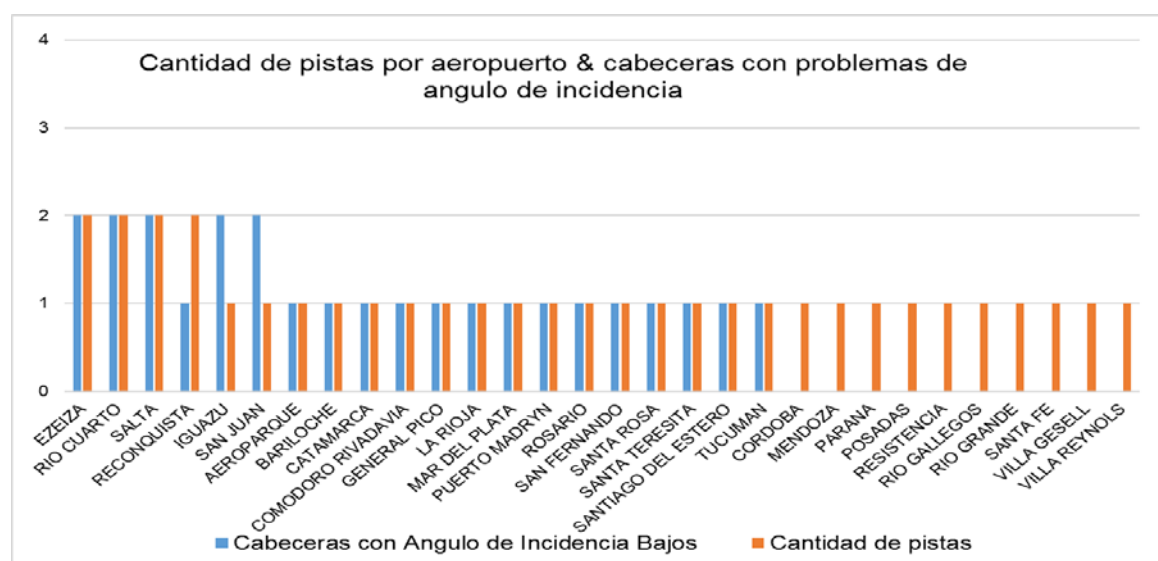


Figura 9– Cantidad de pistas por aeropuerto y cabeceras con problema de ángulo de incidencia.

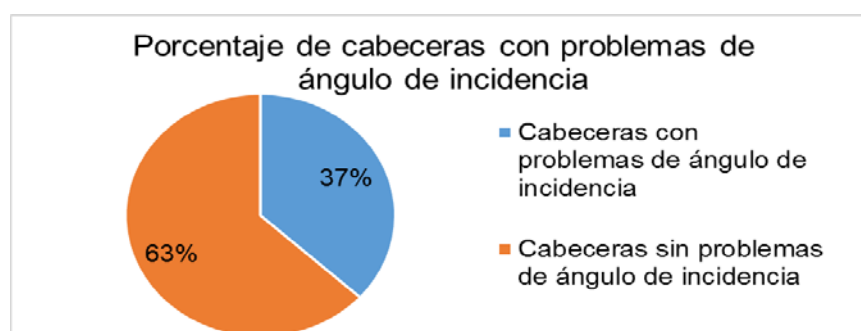


Figura 10– Porcentaje de cabeceras con problema y si problema.

Análisis integrado

Los datos obtenidos en los relevamientos de campo se analizan integradamente con aquellos que resultan del estudio teórico a los efectos de determinar discrepancias y problemáticas específicas de cada Torre de Control para luego definir las posibles mejoras a implementar.

De este análisis surge que 20 TWR presentan resultados compatibles entre los estudios teóricos y los del relevamiento. Por otro lado, 9 Torres poseen problemas según el software pero no así en el relevamiento de campo. Finalmente, se observa que una Torre presenta problemas según relevamiento de campo pero no según el software específico.

Un gráfico representativo de esta situación se muestra a continuación:

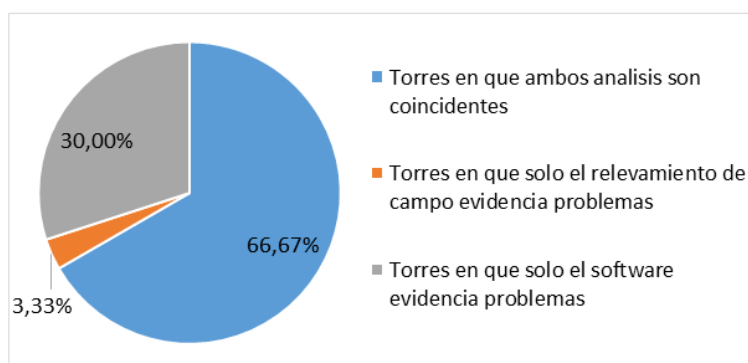


Figura 11– Porcentaje de análisis conjunto.

CONCLUSIONES

La primera conclusión a la que se puede arribar es, la importancia de poder contrastar resultados teóricos con resultados prácticos, y por ende, la importancia del relevamiento de campo, ya que si bien el software permite realizar un análisis teórico, no contempla la totalidad de las problemáticas específicas que cada aeropuerto presenta.

La combinación de ambos estudios permite realizar optimizaciones de emplazamiento y/o altura de la TWR en el predio aeroportuario, reflejadas éstas en el correspondiente plan maestro aeroportuario. Un ejemplo de ello se presenta en los aeropuertos de Ezeiza y Aeroparque donde actualmente se desarrollan nuevas Torres de Control con mayor altura y mejor emplazamiento con el fin de mejorar la visibilidad de sus respectivas áreas de movimientos.

REFERENCIAS

- [1] Software Air Traffic Control Visibility Analysis Tool – Federal Aviation Administration.
- [2] Airport Obstructions Standards Committee (AOSC) Decision Document #05
- [3] Federal Aviation Administration (2006). Airport Traffic Control Tower Siting Order, (U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration Technical Report # 6480.4a). Washington D.C.: U.S. Department of Transportation.
- [4] Manual de servicios de aeropuertos. Doc. 9137. Organización de Aviación Civil Internacional.
- [5] Manual de diseño de aeródromos Doc. 9157 Organización de Aviación Civil Internacional
- [6] Manual de planificación de aeropuertos Doc. 9184 Organización de Aviación Civil Internacional